

# 5612-02

Patent  
Attorney's Docket No. 016050-066



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of	)	
	)	
Erkki Yli-Vakkuri	)	Group Art Unit: Unassigned
	)	
Application No.: Unassigned	)	Examiner: Unassigned
	)	
Filed: February 28, 2002	)	
	)	
For: APPARATUS FOR BENDING GLASS	)	
PANELS	)	

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

Finland Patent Application No. 20010400

Filed: February 28, 2001

In support of this claim, enclosed is a certified copy of said prior foreign application. Said prior foreign application was referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

Date: Feb 28, 2002

By: Harold R. Brown III  
Harold R. Brown III  
Registration No. 36,341

P.O. Box 1404  
Alexandria, Virginia 22313-1404  
(703) 836-6620

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS  
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 10.12.2001

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT

JC986 U.S. PTO  
10/084464  
02/28/02



Hakija  
Applicant

Tamglass Ltd Oy  
Tampere

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20010400

Tekemispäivä  
Filing date

28.02.2001

Kansainvälinen luokka  
International class

C03B

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Laite lasilevyjen taivuttamiseksi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kaila  
Tutkimussihteeri

Maksu 300 mk (50 € 1.1.2002 lähtien)  
Fee 300 FIM (50 EUR from 1 January 2002)

*Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.*

*The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.*

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

## Laite lasilevyjen taivuttamiseksi

Keksinnön kohteena on laite lasilevyjen taivuttamiseksi, johon laitteeseen kuuluu

- 5 - ylempi kerros peräkkäisiä muottivaunuja, joiden etu- tai takaseinä erottaa peräkkäiset esikuumennusosastot ja yhden tai useamman peräkkäisen taivutusosaston toisistaan, muottivaunujen ollessa järjestetty jaksoittain siirrettäväksi kohti taivutusosastoa;
- alempi kerros peräkkäisiä muottivaunuja, joiden taka- tai etuseinä erottaa
- 10 peräkkäiset jäähdytysosastot toisistaan, muottivaunujen ollessa järjestetty jaksoittain siirrettäväksi vastakkaiseen suuntaan ylemmän kerroksen muottivaunujen siirtosuuntaan nähden;
- joukko taivutusmuotteja muottivaunujen kannattamana;
- säteilykuumennusvälineet esikuumennusosastojen katossa ainakin osassa
- 15 esikuumennusosastoja;
- säteilykuumennusvälineet yhden tai useamman taivutusosaston katossa;
- välipohja, joka erottaa taivutusosastoa edeltävän esitaivutusosaston ja/tai ainakin viimeisen esikuumennusosaston sen alapuolella olevasta osastosta;
- 20 - taivutusosaston pohjan muodostava hissilaite, jolla muottivaunut on lasketavissa ylemmästä kerroksesta alempaan kerrokseen yhdessä taivutettujen lasilevyjen kanssa;

muottivaunujen ollessa varustettu avorakenteisella tai muutoin lämpöä hyvin läpäisevällä pohjalla.

25

- Tällainen laite tunnetaan hakijan patenttijulkaisuista US-4,497,645 ja US-4,986,842. Tällainen laite on osoittautunut erityisen käyttökelpoiseksi taivuttaessa päällekkäin asetettuja lasilevypareja, jotka on tarkoitettu myöhemmin laminoitavaksi yhteen käytettäväksi esim. auton tuulilasina. Esilämmityksen
- 30 alkuvaiheessa voidaan tehokkaasti käyttää hyväksi jäähdytysosastoissa jäähtyvien lasilevyjen luovuttamaa lämpöä kuumennusosastoissa kuumennettavien lasilevyjen lämmitykseen. Viimeisissä esilämmitysosastoissa tätä mahdollisuutta ei enää ole, koska lämpötilaero kuumennusosastossa kuumennettavan lasi-

levyparin ja sen alapuolella jäähtyvän lasilevyparin välillä jää pieneksi. Kun esilämmitysosastoissa ja yhdessä tai useammassa esitaivutusosastossa lasilevy-  
 vparia lämmitetään yläpuolisella säteilylämmöllä, on tästä seurauksena, että ainakin viimeisessä esilämmitysosastossa ja esitaivutusosastossa lasilevyparin  
 5 alempi lasi lämpiää hitaammin kuin ylempi lasi. Tällöin alempi lasi vastustaa taivutusta, mikä hidastaa taivutusoperaatiota tai johtaa ylemmän lasin tarpeet-  
 tomaan ylikuumentamiseen. Myös lämpötilajakaumaan perustuva taivutusmuo-  
 don hallinta vaikeutuu.

- 10 Keksinnön tarkoituksena on parantaa alussa mainittua tyyppiä olevaa laitetta siten, että mainituilta ongelmilta välttyään.

Tämä tarkoitus saavutetaan keksinnön mukaisesti siten, että välipohjan päällä on muottivaunun pohjan tason alapuolelle sijoittuvat säteilykuumennuselemen-  
 15 tit.

Tällä keksinnön mukaisella ratkaisulla aikaansaadaan lämmityksen loppuvai-  
 heessa ylä- ja alapuolisen lämmityksen tasapainotus, eli minimoidaan lämpöti-  
 laero päällekkäisten lasien välillä. Tällöin alempi lasi vastustaa vähemmän  
 20 taivutusta ja paine lasien välissä pienenee. Samalla myös paranee taivutus-  
 muodon hallinta, eli lämpötilajakauman avulla saadaan lasiin haluttu taivutus-  
 kaari. Taivutetun lasin optiikka paranee, millä on merkitystä silloin, kun tuulila-  
 sin ja vaakatason välinen kulma on pieni.

- 25 Seuraavassa keksintöä havainnollistetaan viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa

kuvio 1 esittää kaaviollisena pystyleikkauksena keksinnön mukaista laitetta;

- 30 kuvio 2 esittää kaaviollisena perspektiivikuvana laitteessa käytettävää muotti-  
 vaunua; ja

kuvio 3 esittää päältä nähtynä viimeisen esilämmitysosaston 3b tai ensimmäisen esitaivutusosaston 4a välipohjaa, jonka päällä on säteilykuumenuselementit 16.

- 5 Kuvion 1 mukaiseen laitteeseen kuuluu ylempi kerros peräkkäisiä muottivaunuja 9, joiden etuseinä 11 erottaa peräkkäiset esikuumennusosastot 2, 3 ja yhden tai useamman peräkkäisen taivutusosaston 4a, 4b toisistaan. Ylemmän kerroksen alapuolella on alempi kerros peräkkäisiä muottivaunuja 9, joiden takaseinä 11 erottaa peräkkäiset jäähdytysosastot 5, 6, 7 toisistaan. Muottivaunut 9 on
- 10 järjestetty siirrettäväksi ylemmässä kerroksessa kohti taivutusosastoa 4b ja alemmassa kerroksessa vastakkaiseen siirtosuuntaan. Taivutusosaston 4b pohjan muodostava hissilaite 20 laskee muottivaunut 9 ylemmästä kerroksesta alempaan kerrokseen yhdessä taivutettujen lasilevyjen kanssa. Kussakin muottivaunussa 9 on taivutusmuotti 12 muottivaunun 9 kannattamana. Lasilevy pari
- 15 asetetaan taivutusmuotille 12 muottivaunun 9 ollessa uunin ulkopuolella lastaus- ja purkausosastossa 8. Sen jälkeen vaunu 9, muotti 12 ja taivutettava lasilevy pari nostetaan lastaus- ja purkausosaston 8 hissillä 1 muottivaunujen ylempään kerrokseen, jossa muottivaunuja siirretään jaksoittain olennaisesti vaunun pituutta vastaavan matkan kerrallaan kohti taivutusosastoa 4b. Tällä
- 20 siirtomatkalla on ensimmäisenä esilämmitysosastot 2, joissa lämmitys perustuu pakotettuun konvektioon, jonka lämpöenergia saadaan alapuolisissa jäähdytysosastoissa 7 pakotetun konvektion avulla jäähtyvistä lasilevyistä. Jäähdytysosastoissa 7 voidaan siis nopeuttaa jäähdytettävien lasilevyjen jäähdytystä ja kuumennusosastoissa 2 voidaan nopeuttaa kuumennettavien lasilevyjen
- 25 kuumenemista, samalla kun voidaan käyttää paremmin hyväksi jäähdytettävien lasilevyjen lämpöenergia. Tämän lisäksi lasilevyt saadaan ulos uunista aiempaa kylmempinä ja lisäksi saadaan aikaan lasilevyjen tasaisempi jäähtyminen ja tasaisempi lämpeneminen. Osastojen 2 ja 7 rakennetta ja toimintaa on selostettu tarkemmin hakijan patenttijulkaisussa US-4,986,842.

30

Seuraavaksi ylemmän kerroksen vaunut 9 tulevat esilämmitysosastoihin 3, joissa lasilevyjen pääasiallinen kuumentaminen tapahtuu säteilylämmityksellä.

Tätä varten on osastojen 3 katossa sähköllä kuumennettavat säteilylämmitysvastukset 13.

Esikuumennusosastoissa 3a voidaan lasilevyjä lisäksi lämmittää alapuolisissa  
5 jäähdytysosastoissa 6 jäähtyvistä lasilevyistä vapautuvalla lämpöenergialla, joka nousee luonnollisen konvektion avulla vaunujen 9 avorakenteisten pohjien 10 läpi. Tätä luonnolliseen konvektioon perustuvaa lämmön talteenottoa on selostettu tarkemmin hakijan patenttijulkaisussa US-4,497,645. Tätä luonnollista konvektiota voidaan tehostaa heikolla mikrokonvektiopuhalluksella, kuten on  
10 tarkemmin esitetty hakijan patenttijulkaisuissa US-5,437,704 ja US-5,472,469.

Viimeinen esilämmitysosasto 3b eroaa edellisistä osastoista 3a siten, että kuumennusosaston 3b ja sen alapuolella olevan jäähdytysosaston 5 välissä on lämpöeristetty välipohja 15 ja tämän välipohjan päällä on vaunun 9 pohjan 10  
15 tason alapuolelle sijoittuvat säteilykuumennuselementit 16. Säteilykuumennuselementit 16 kuumentavat osastossa 3b olevan lasiparin alempaa lasia vaunun 9 avorakenteisen pohjan 10 läpi. Pohjan 10 ei tarvitse olla täysin avorakenteinen, vaan se voi olla osittain suljettu esim. ohuella reikälevyllä, verkolla tms., joka päästää lävitse sekä konvektioilmaa edellisissä osastoissa että säteily-  
20 lylämpöä kuumennuselementeistä 16. Kuviossa 2 on näytetty vaunun 9 pohjakehikon 10 päissä olevat kiskot 18, joilla vaunut on tuettu uunin sivuseiniin 17 (kuvio 3) laakeroiduille rullille 19.

Kuviossa 3 on näytetty esimerkki välipohjan 15 päällä olevista säteilykuumennuselementeistä 16. Ne voivat olla avovastuksia, jotka on jaettu osaston leveyssuunnassa vierekkäisiin vastustankoelementteihin 16a, 16b ja 16c, joiden kuumennustehot on erikseen säädettävissä.

Viimeistä esikuumennusosastoa 3b seuraa esitaivutusosasto 4a, jossa lasilevy-  
30 parin lämpötila nousee niin korkeaksi, että lasilevy pari alkaa taipua sitä kannattavan reunamuotin 12 varassa. Myös esitaivutusosaston 4a ja sen alapuolella olevan jäähdytysosaston 5 välissä on välipohja 15, jonka päällä on säteilykuumennuselementit 16. Koska osastojen 3b ja 4a lämpötilaero on hyvin vähäinen



verrattuna alapuolella olevien jäähdytysosastojen 5 lämpötilaan, ei alapuolella jäähtyvien lasilevyjen lämpöenergiaa voida näissä osastoissa tehokkaasti hyödyntää, joten välipohjan 15 ja sen päällä olevien säteilykuumennuselementtien 16 käytöllä saavutetaan huomattavasti suurempi etu. Alapuolisten säteilykuumennuselementtien 16 avulla voidaan minimoida lämpötilaero ylemmän ja alemman lasilevyn välillä, jolloin paine lasilevyjen välillä pienenee ja alempi lasi vastustaa vähemmän taivutusta. Lasiin saadaan optisesti tasainen kaari. Tätä edesauttaa se, että säteilykuumennuselementteinä toimivat vastustangot suuntautuvat uunin pituussuunnassa, jolloin aikaansaadaan leveyssuuntainen tehonsäätöprofiili. Erityisesti lasilevyn keskialueen ja päätyjen alapuolista lämmitystehoa voidaan erikseen säätää.

Taivutusosastojen 4 katossa olevat vastukset 14 ovat tavanomaiseen tapaan uunin pituussuuntaisia vastuksia, jotka on jaettu uunin pituussuunnassa kolmeen peräkkäiseen ryhmään, joista kussakin ryhmässä on uunin leveyssuunnassa vierekkäin suuri määrä vastuksia, jotka on valinnaisesti kytkettävissä päälle ja pois. Taivutusosaston vastuskentän säätöä on selostettu tarkemmin hakijan patenttijulkaisussa US-5,470,367. Taivutusosastossa 4b lasilevyparin taipuminen haluttuun muotoon voidaan havaita monella eri tavalla. Yksi tapa on pyrometrillä tapahtuva lasin lämpötilan mittaus, joka on kalibroitu kokeellisesti ja syötetty uunin toimintaa ohjaavaan tietojärjestelmään. Toinen tapa on seurata lasilevyn taipumaa optisilla mittalaitteilla. Molempien näiden tapojen yhdistelmää voidaan myös käyttää.

Kun lasilevypari on taipunut osastossa 4b haluttuun muotoon, lasketaan muottivaunu taivutusosaston 4b pohjan muodostavalla hissilaitteella 20 ylemmästä kerroksesta alempaan kerrokseen. Samalla lasilevypari alkaa jäähtyä ja hallittu (riittävän hidas) jäähtyminen jatkuu välipohjien 15 alapuolisissa jäähdytysosastoissa 5.

30

Myös esilämmitysosastoissa 3a, joissa ei ole välipohjia, voidaan käyttää päällekkäisten osastojen välissä olevia lämmitysvastuksia, joiden alapuolelle on sijoitettu heijastimet, jotta vastukset eivät kuumenna alapuolella jäähtyviä lase-

ja. Vastukset kuitenkin kuumentavat vaunun avoimen pohjan läpi esikuumennusosastoissa 3a olevia laseja. Tämä tapahtuu suoralla säteilylämmöllä ja lisäksi kuumentamalla lisää sitä ilmaa, joka nousee luonnollisella konvektiolla alapuolella jäähtyvistä laseista esikuumennusosastoihin 3a.

5

Pakotetulla konvektiolla toimiviin esikuumennusosastoihin 2 voidaan myös sijoittaa pohjavastukset päällekkäisten osastojen välissä olevien konvektiopuhallusputkien tai -koteloiden päälle.

- 10 Keksintö ei ole rajoittunut edellä esitettyyn suoritusesimerkkiin. Esimerkiksi pohjavastusten ryhmittely ja suunta voi vaihdella. Eri tyyppisten esilämmitysosastojen 2 ja 3 lukumäärät voivat huomattavasti vaihdella. Samoin myös esitaivutusosastojen 4a lukumäärä. Mitä enemmän osastoja, sitä suurempi tuotantoteho ja pienempi viipymäaika kussakin osastossa.



## Patenttivaatimukset

1. Laite lasilevyjen taivuttamiseksi, johon laitteeseen kuuluu
- ylempi kerros peräkkäisiä muottivaunuja (9), joiden etu- tai takaseinä (11) erottaa peräkkäiset esikuumennusosastot (2, 3) ja yhden tai useamman peräkkäisen taivutusosaston (4a, 4b) toisistaan, muottivaunujen (9) ollessa järjestetty jaksoittain siirrettäväksi kohti taivutusosastoa (4b);
  - alempi kerros peräkkäisiä muottivaunuja (9), joiden taka- tai etuseinä (11) erottaa peräkkäiset jäähdytysosastot (5, 6, 7) toisistaan, muottivaunujen (9) ollessa järjestetty jaksoittain siirrettäväksi vastakkaiseen suuntaan ylemmän kerroksen muottivaunujen siirtosuuntaan nähden;
  - joukko taivutusmuotteja (12) muottivaunujen (9) kannattamana;
  - säteilykuumennusvälineet (13, 14) esikuumennusosastojen katossa ainakin osassa (3) esikuumennusosastoja;
  - 15 - säteilykuumennusvälineet (14) yhden tai useamman taivutusosaston (4a, 4b) katossa;
  - välipohja (15), joka erottaa taivutusosastoa (4b) edeltävän esitaivutusosaston (4a) ja/tai ainakin viimeisen esikuumennusosaston (3b) sen alapuolella olevasta osastosta (5);
  - 20 - taivutusosastojen (4b) pohjan muodostava hissilaite (20), jolla muottivaunut (9) on laskettavissa ylemmästä kerroksesta alempaan kerrokseen yhdessä taivutettujen lasilevyjen kanssa;
- muottivaunujen (9) ollessa varustettu avorakenteisella tai muutoin lämpöä hyvin läpäisevällä pohjalla (10), **tunnettu** siitä, että välipohjan (15) päällä on muottivaunun (9) pohjan (10) tason alapuolelle sijoittuvat säteilykuumennuselementit (16).

30

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että säteilykuumennuselementit (16) ovat avovastuksia.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että säteilykuumennuselementit (16) on jaettu osaston (3b, 4a) leveyssuunnassa vierekkäisiin kuumennuselementteihin (16a, 16b, 16c), joiden kuumennustehot on erikseen

säädettävissä.

4. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että säteily-  
kuumennuselementit (16) ovat ainakin viimeisen esikuumennusosaston (3b) ja  
5 ainakin yhden esitaivutusosaston (4a) välipohjien (16) päällä.

5. Jonkin patenttivaatimuksen 1-4 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että säteily-  
kuumennuselementtien (16) pituussuunta on sama kuin uunin pituussuunta, ja  
että uunin leveyssuunnassa keskialueella olevien säteilykuumennuselement-  
10 tien (16b) lämmitysteho on erikseen säädettävissä suhteessa sen molemmin  
puolin olevien lämmityselementtien (16a ja 16c) lämmitystehtoon, jolloin taivu-  
tettavan lasilevyparin keskialueen ja päätyalueiden alapuoliset säteilylämmitys-  
tehot ovat toisiinsa nähden säädettävissä.

15 6. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että yhden tai  
useamman esikuumennusosaston (3a) pohja on avoin ja varustettu kuumen-  
nusvastuksilla, joiden alla on heijastimet.

20 7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, johon kuuluu ylemmän kerroksen  
alkupäässä olevia esilämmitysosastoja (2), joissa lasilevyjen lämmitykseen  
käytetään pakotettua konvektiota, jonka lämpöenergia on saatu alemman ker-  
roksen loppupään osastoissa (7) jäähtyviltä lasilevyiltä, **tunnettu** siitä, että  
kuumennusvastuksia on sijoitettu esilämmitysosastojen (2) pohjalla olevien  
konvektiopuhallusputkien tai -koteloiden päälle.

(57) Tiivistelmä

Keksinnön kohteena on laite lasilevyjen taivuttamiseksi. Ylempi kerros peräkkäisiä muottivaunuja (9) rajoittaa joukon kuumennusosastoja, joista viimeisenä on varsinainen taivutusosasto (4b). Alempi kerros peräkkäisiä muottivaunuja (9) rajoittaa joukon jäähdytysosastoja (5, 6, 7), jotka sijaitsevat kuumennusosastojen alapuolella. Muottivaunuilla on avorakenteinen tai muutoin lämpöä hyvin läpäisevä pohja (10). Taivutusosastoa (4b) edeltävän esitaivutusosaston (4a) ja ainakin viimeisen esikuumennusosaston (3b) pohjan (15) päällä on vaunun (9) pohjan (10) alapuolelle sijoittuvat säteilykuumennuselementit (16), joilla voidaan nopeuttaa alemman lasilevyn lämpenemistä niin, että se ei jää jälkeen ylemmän lasilevyn lämpenemisestä.

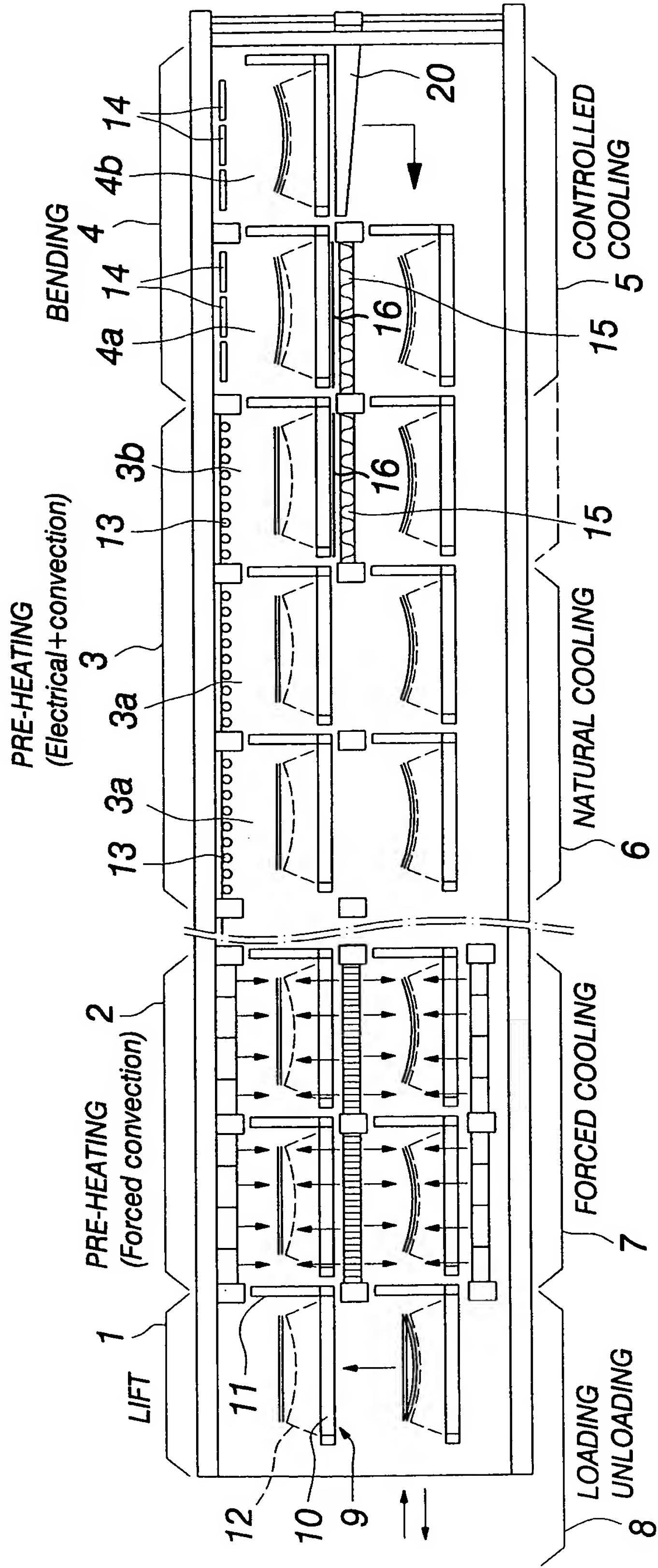


Fig. 1

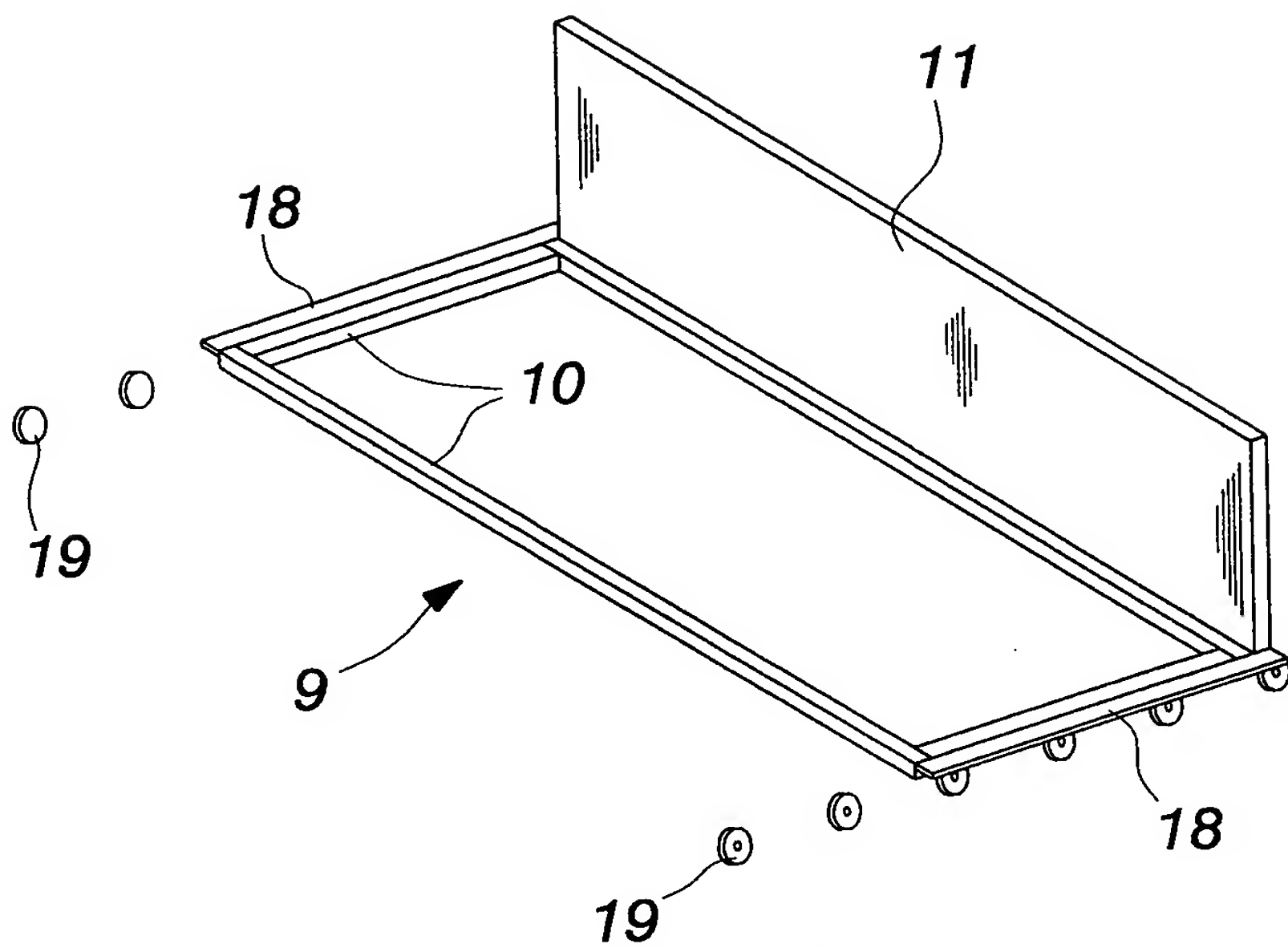


Fig. 2

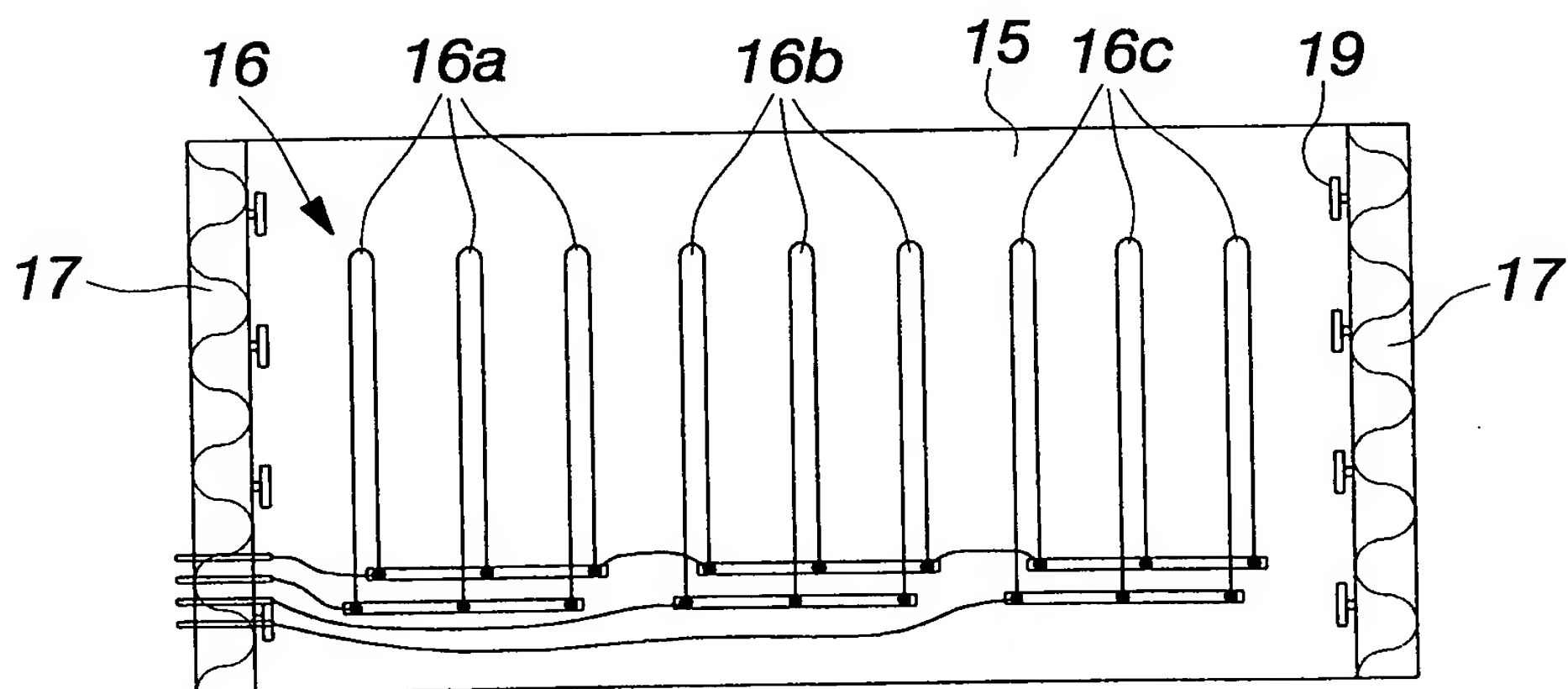


Fig. 3

## DECLARATION

I, the undersigned licensed translator, duly examined and approved by the Translators' Examination Board of Finland to certify translations from Finnish into English, hereby solemnly declare that the attached documents in English are true and faithful translations of the original specification, claims and abstract appearing in the case of a Patent Application No. 20010400, entitled: "Apparatus for bending glass panels", filed with the Finnish Patent Office on February 28, 2001, in the name of Tamglass Ltd. Oy.

I make this solemn declaration conscientiously, believing it to be true.



LICENSED TRANSLATOR
Paul Suominen
VIRALLINEN KÄÄNTÄJÄ



## Apparatus for bending glass panels

The invention relates to an apparatus for bending glass panels, said apparatus comprising

- 5 - an upper tier of successive mould carriages, having a front or back wall thereof separating successive preheating stations and one or more successive bending stations from each other, said mould carriages being adapted to be intermittently movable towards the bending station;
- a lower tier of successive mould carriages, having a front or back wall  
10 thereof separating successive cooling stations from each other, said mould carriages being adapted to be intermittently movable in a direction opposite to the moving direction of the upper tier carriages;
- a number of bending moulds supported by the mould carriages;
- radiation heating elements in the ceiling of the preheating stations at least  
15 in some of the preheating stations;
- radiation heating elements in the ceiling of one or more bending stations;
- an intermediate floor which separates the pre-bending station upstream of the bending station and/or at least the last preheating station from a station therebelow;
- 20 - a lift mechanism which constitutes a floor for the bending station for lowering the mould carriages from the upper tier to the lower tier together with bent glass panels;

the mould carriages being provided with an open-structured or otherwise highly heat transmitting floor.

25

This type of apparatus is prior known from the Applicant's patent publications US-4,497,645 and US-4,986,842. This apparatus has been found very useful in the process of bending pairs of glass panels set on top of each other, which are intended to be subsequently laminated together for use e.g. as an  
30 automotive windshield. In the initial stage of preheating, the heat delivered by glass panels presently cooling in the cooling stations can be effectively exploited for heating glass panels to be heated in the heating stations. The

final preheating stations no longer have this possibility, since the temperature difference between a pair of glass panels to be heated in the heating station and a pair of glass panels in the process of cooling therebelow remains small. Since a pair of glass panels in the preheating stations and in one or more pre-bending stations is subjected to heating by overhead radiation heat, the result is that, at least in the final preheating station and pre-bending station, the bottom panel of the pair of glass panels heats more slowly than the top panel. Thus, the bottom panel resists bending, resulting in a slower bending operation or leading to unnecessary overheating of the top panel. Also, the management of bending contour based on temperature distribution becomes more difficult.

It is an object of the invention to improve the above type of apparatus in order to overcome said problems.

15

According to the invention, this object is achieved in such a way that on top of the intermediate floor are radiation heating elements positioned below the floor level of the mould carriage.

20 This inventive solution provides in the final stage of heating a balance between top and bottom heating, i.e. is able to minimize the temperature difference between superimposed glass panels. Thus, the bottom panel exhibits less resistance to bending and the pressure between the panels is reduced. At the same time, the management of bending contour is also improved, i.e. the temperature distribution can be used for giving the glass a desired bending curvature. The optics of a bent glass panel will be better, which is important when the angle is small between the windshield and horizontal plane.

25

The invention will now be described in more detail with reference made to the accompanying drawings, in which

30

fig. 1 shows an apparatus of the invention in a schematic vertical section;

fig. 2 shows in a schematic perspective view a mould carriage for the apparatus; and

5

fig. 3 shows in a plan view an intermediate floor for a final preheating station 3b or a first pre-bending station 4a, provided with radiation heating elements 16 on top of the same.

10 The apparatus of fig. 1 comprises an upper tier of successive mould carriages 9, having a front wall 11 thereof separating successive preheating stations 2, 3 and one or more successive bending stations 4a, 4b from each other. Underneath the upper tier is a lower tier of successive mould carriages 9, having a back wall 11 thereof separating successive cooling stations 5, 6,  
15 7 from each other. In the upper tier, the mould carriages 9 are adapted to move towards a bending station 4b and the lower tier carriages are adapted to move in the opposite direction. The bending station 4b has its floor constituted by a lift mechanism 20 for descending the mould carriages 9 from the upper tier to the lower tier together with bent glass panels. Each mould carriage  
20 carriage 9 is provided with a bending mould 12 supported by the mould carriage 9. A pair of glass panels is placed on the bending mould 12 while the mould carriage 9 is outside the furnace in a loading and unloading station 8. Then, the carriage 9, the mould 12, and the pair of glass panels to be bent are raised by a lift 1 of the loading and unloading station 8 to the upper tier of  
25 mould carriages, wherein the mould carriages are advanced intermittently through a distance substantially equal to the length of a carriage towards the bending station 4b. This advancing stretch includes first preheating stations 2, wherein heating is based on forced convection, the thermal energy therefor being obtained from glass panels presently cooling in lower cooling stations 7 by way of forced convection. Thus, the cooling stations 7 are capable  
30 of speeding up the cooling process of glass panels to be cooled and the heat-

ing stations 2 are capable of speeding up the heating of glass panels to be heated, while thermal energy from glass panels to be cooled can be exploited more efficiently. In addition to this, glass panels emerging from the furnace are colder than before and, on top of that, a smoother cooling and a smoother heating of glass panels will be obtained. The structural and functional aspects of stations 2 and 7 are described in more detail in the Applicant's patent publication US-4,986,842.

Next, the upper tier carriages 9 arrive in preheating stations 3, wherein principal heating of glass panels is effected by way of radiation heating. Therefore, the ceiling of stations 3 is provided with electrically heated radiation heating resistances 13.

Preheating stations 3a can be additionally used for heating glass panels with thermal energy, which is released from glass panels in the process of cooling in lower cooling stations 6 and which rises by way of natural convection through open-structured floors 10 of the carriages 9. This recovery of heat based on natural convection has been explained in more detail in the Applicant's patent publication US-4,497,645. This natural convection can be enhanced by weak micro-convectional blasting as disclosed in more detail in the Applicant's patent publications US-5,437,704 and US-5,472,469.

The last preheating station 3b is different from the preceding stations 3a in the sense that between the heating station 3b and a cooling station 5 therebelow is a thermally insulated intermediate floor 15 and on top of this intermediate floor are radiation heating elements 16 set below the level of the floor 10 of the carriage 9. The radiation heating elements 16 provide heating through the open-structured floor 10 of the carriage 9 for the bottom panel of a pair of glass panels presently in the station 3b. The floor 10 need not be a totally open structure as it can be partially closed e.g. by a thin perforated sheet, a screen or the like, which provides a passage for both convection air

in the preceding stations and radiation heat from the heating elements 16. Fig. 2 illustrates bars 18 at the ends of the floor skeleton 10 of the carriage 9 for supporting the carriages on rollers 19 mounted with bearings on side walls 17 (fig. 3) of a furnace.

5

Fig. 3 illustrates an example of the radiation heating elements 16 placed on top of the intermediate floor 15. Such elements can be open resistances, which are divided for resistance rod elements 16a, 16b and 16c adjacent to each other in a lateral direction of the station and having individually adjustable heating effects.

10

The final preheating station 3b is followed by a pre-bending station 4a, wherein temperature of the glass panels becomes so high that the pair of glass panels begins to sag upon the ring mould 12 supporting the same. Between the pre-bending station 4a and the cooling station 5 therebelow is also an intermediate floor 15, on top of which are radiation heating elements 16. Since there is just a minor temperature difference between the stations 3b and 4a when compared to the temperature of the cooling stations 5 therebelow, the thermal energy from glass panels in the process of cooling down there cannot be effectively exploited in these stations and, consequently, a much more significant advantage is gained by using the intermediate floor 15 and the radiation heating elements 16 on top of it. The bottom radiation heating elements 16 can be used for minimizing a temperature difference between top and bottom glass panels, whereby a pressure between the glass panels is reduced and the bottom panel offers less resistance to bending. The glass panel develops an optically uniform curve. This is facilitated by the fact that the resistance rods functioning as radiation heating elements extend lengthwise of the furnace and, thus, a laterally directed power regulation profile is obtained. Especially the heating effect underneath the middle section and ends of a glass panel can be individually adjusted.

25

30

Resistances 14 in the ceiling of the bending stations 4 are conventionally resistances extending lengthwise of the furnace, which are divided in a lengthwise direction of the furnace in three successive groups, each of said groups including in a lateral direction of the furnace a large number of adjacent resistances which can be optionally switched on and off. Regulation of the resistance panel in a bending station has been described in more detail in the Applicant's patent publication US-5,470,367. In the bending station 4b, the sagging or bending of a pair of glass panels to a desired contour can be detected in a variety of ways. One way is to measure a glass panel temperature by means of a pyrometer, which has been calibrated experimentally and fed into a data system controlling operation of the furnace. Another way is to monitor the deflection of a glass panel by means of optical measuring instruments. A combination of both these methods is also viable.

When a pair of glass panels has sagged in the station 4b to a desired contour, the mould carriage is descended by means of the lift mechanism 20, which constitutes a floor for the bending station 4b, from the upper tier down to the lower tier. At the same time, the pair of glass panels begins its cooling and the controlled (sufficiently slow) cooling continues in the cooling stations 5 underneath the intermediate floors 15.

The preheating stations 3a, which have no intermediate floors, can also be provided with heating resistances between superimposed stations, whereby reflectors are positioned therebelow for preventing the resistances from heating glass panels presently cooling down below. However, the resistances are capable of applying heat through the open carriage floor to glass panels presently in the preheating stations 3a. This occurs by way of direct radiation heat and, further, by applying more heat to the air rising as a result of natural convection from glass panels in the process of cooling below up to the preheating stations 3a.



The preheating stations 2 operating by way of forced convection can also be provided with floor resistances on top of convectional blowpipes or boxes present between superimposed stations.

- 5 The invention is not limited to the above described exemplary embodiment. For example, the arrangement and orientation of floor resistances may vary. The numbers of various types of preheating stations 2 and 3 may vary considerably. The same applies to the number of pre-bending stations 4a. The larger the number of stations, the higher the production capacity and the
- 10 shorter the residence time in each station.

## Claims

1. An apparatus for bending glass panels, said apparatus comprising
  - an upper tier of successive mould carriages (9), having a front or back wall (11) thereof separating successive preheating stations (2, 3) and one or more successive bending stations (4a, 4b) from each other, said mould carriages (9) being adapted to be intermittently movable towards the bending station (4b);
  - a lower tier of successive mould carriages (9), having a front or back wall (11) thereof separating successive cooling stations (5, 6, 7) from each other, said mould carriages being (9) being adapted to be intermittently movable in a direction opposite to the moving direction of the upper tier carriages;
  - a number of bending moulds (12) supported by the mould carriages (9);
  - radiation heating elements (13, 14) in the ceiling of the preheating stations at least in some (3) of the preheating stations;
  - radiation heating elements (14) in the ceiling of one or more bending stations (4a, 4b);
  - an intermediate floor (15) which separates the pre-bending station (4a) upstream of the bending station (4b) and/or at least the last preheating station (3b) from a station (5) therebelow;
  - a lift mechanism (20) which constitutes a floor for the bending stations (4b) for lowering the mould carriages (9) from the upper tier to the lower tier together with bent glass panels;
- 25 the mould carriages (9) being provided with an open-structured or otherwise highly heat transmitting floor (10), **characterized** in that on top of the intermediate floor (15) are radiation heating elements (16) positioned below the level defined by a floor (10) of the mould carriage (9).
- 30 2. An apparatus as set forth in claim 1, **characterized** in that the radiation heating elements (16) comprise open resistances.

3. An apparatus as set forth in claim 1 or 2, **characterized** in that the radiation heating elements (16) are divided for resistance rod elements (16a, 16b, 16c) adjacent to each other in a lateral direction of the station (3b, 4a) and having individually adjustable heating effects.

5

4. An apparatus as set forth in any of claims 1-3, **characterized** in that the radiation heating elements (16) lie on top of the intermediate floors (16) of at least the final preheating station (3b) and at least one pre-bending station (4a).

10

5. An apparatus as set forth in any of claims 1-4, **characterized** in that the radiation heating elements (16) have a lengthwise direction which is the same as that of the furnace, and that the radiation heating elements (16b) present in the middle section in the lateral direction of the furnace have a heating effect which is individually adjustable relative to the heating effect of the heating elements (16a and 16c) on either side thereof, the heating effects below the middle section and end sections of a pair of glass panels to be bent being adjustable relative to each other.

20 6. An apparatus as set forth in claim 1 or 2, **characterized** in that the floor of one or more preheating stations (3a) is open and provided with heating resistances, with reflectors underneath the latter.

7. An apparatus as set forth in claim 1, comprising preheating stations (2) in the upstream end of the upper tier, in which the heating of glass panels is effected by the application of forced convection receiving its thermal energy from glass panels in the process of cooling in the downstream stations (7) of the lower tier, **characterized** in that heating resistances are mounted on top of convectional blowpipes or boxes present on the floor of the preheating stations (2).

30

(57) Abstract

The invention relates to an apparatus for bending glass panels. An upper tier of successive mould carriages (9) defines a number of heating stations, the final one being an actual bending station (4b). A lower tier of successive mould carriages (9) defines a number of cooling stations (5, 6, 7), which are located underneath the heating stations. The mould carriages have an open-structured or otherwise highly heat transmitting floor (10). A pre-bending station (4a) preceding the bending station (4b) and at least the final preheating station (3b) have a floor (15), on top of which are radiation heating elements (16) positioned below a floor (10) of the carriage (9) for speeding up the heating of a bottom glass panel for preventing it from falling behind from the heating of a top glass panel.